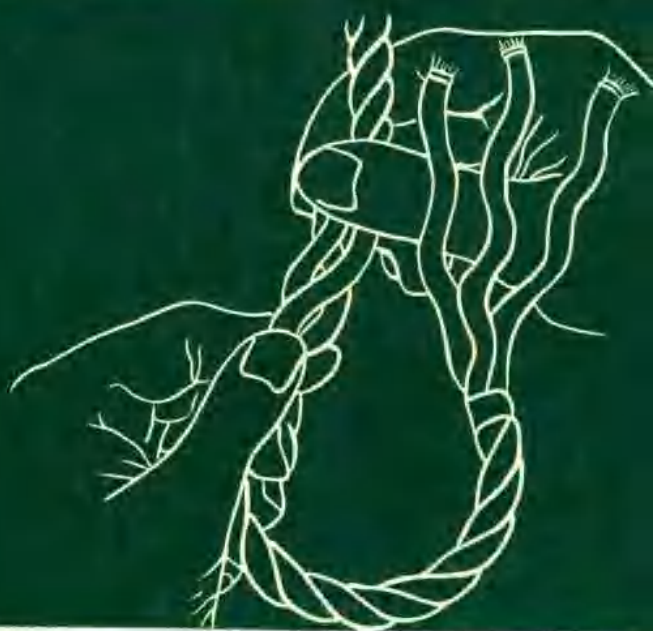


結索變化圖解

KALEIDOSCOPE OF KNOTTING



倫思學編著・萬里書店出版

解 圖 化 變 索 結

倫 思 學 編 著

香 港 萬 里 書 店 出 版

結 索 變 化 圖 解

倫 恩 學 編 著

出 版 者：萬 里 書 店 有 限 公 司

香 港 北 角 英 皇 道 486 號 三 樓

電 話：5-632411 & 5-632412

承 印 者：金 冠 印 刷 有 限 公 司

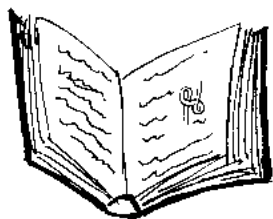
香 港 北 角 英 皇 道 499 號 六 樓 B 座

定 價：港 幣 七 元 四 角

版 權 所 有 * 不 准 翻 印

(一 九 七 九 年 二 月 印 刷)

卷首語



自從《結繩技藝圖解》一書出版以來，頗受同好愛戴，能在短時間內得以重版。筆者近年旅居美國，與繩索製造廠聯絡較多，深感可作介紹之處仍多，在種種有利條件激勵下，決意另編一本新書，以補前者的不足，供同道者參考及引起初學者對結繩方面產生興趣。

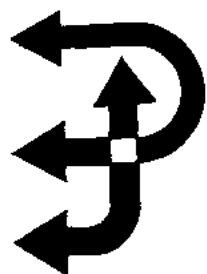
本書的篇章都是獨立的，內容不但着重各款繩索的結法，也着重有關繩索知識方面的介紹，如結索的來源、命名、用途及其他特性等都有論述。至於種類繁多的「秤人結類」一篇，更彙集了數十款秤人結供讀者參考研究。

本書一如《結繩技藝圖解》那樣，仍以圖解的形式，把結索的結法介紹給讀者，對一般較為重要的結索，則採用連環圖方式，逐一步驟顯示出來。讀者們只要對結索略有認識，便能從中吸取資料，有助結索之研究。至於譯名方面，因無辭書供參考，多由筆者意譯，每一名稱後均附以英文原名，書末附錄部分則附上「英中對照常用結索詞語」，讀者接觸外文版本時，或許會有些微幫助。

此書編著時雖已校對多次，但疏漏之處在所難免，尚希讀者批評指教，使再版時能補缺漏。幸甚！幸甚！

倫思學

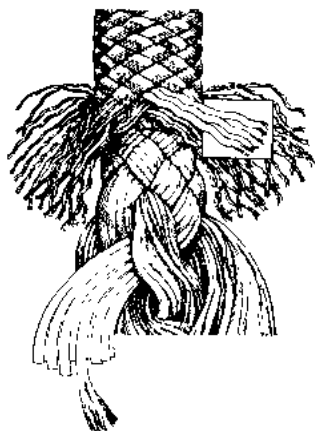
識於美國侯斯頓 1977



目 次

卷首語

1. 繩索概說.....	1
2. 結索的原理.....	19
3. 平結的變化.....	22
4. 接繩結變出的花樣.....	29
5. 簡單常用的秤人結.....	36
6. 海員常用的雙套索.....	44
7. 六種不同的營釘索.....	53
8. 富東方色彩的裝飾結.....	58
9. 由結索變出的動物圖案.....	65
10. 用結索構成的植物圖案.....	71
11. 種類繁多的秤人結類.....	80
12. 兩種叉繩的結法.....	105
附 錄.....	110
1. 英中對照常用結索詞語.....	110
2. 繩索質料直徑張力對照表.....	119



1. 繩索概說

繩索發展迄今，已有數千年的歷史。我們的祖先，曾利用結繩的辦法記事。占埃及人測量土地，都拿一條繩去量度，故測量者被稱為「牽繩師」。牽繩師把繩打結，以示所量得多邊形之各邊長度……這是數字與文字的起源。由此可見，自原始社會以來，繩索是隨着人類不斷進步而發展起來的一種工藝，它和人類的文化有着非常密切的關係。

繩索是一種簡單的東西，它由纖維相纏繞而成，却蘊含着力學道理和美學觀點。

自繩索面世以來，人類不斷地改良它的品質、劃一性、韌力和加長它的使用壽命，但基本構造可以說變化不大。

繩索的組成基於兩個不同的因素：纖維的韌力和纏繞的轉矩(Torque of twisting)。一束長的纖維負荷力會相當強，但缺乏組織，使用時會鬆散，更不能把它捲起或收藏，使用壽命短促。

可是，如果把纖維互相纏繞，它們會結合在一起，聯成一條可以運用和能抵受磨擦力的繩索，同時也能在張力下保持原狀，且在張力消失時能恢復原有體積。這是因為轉矩的能量加到纖維上所能產生的效果，而此能量也使到纖維有組織地結合起來。纖維被扭(Twist)時，其負荷力會大大的削減，所減弱的程度高達50%左右。換言之，只有原來纖維所能負荷的一半。但為了製造出一條長而堅韌、能抵受磨擦和有價值的繩索，將纖維相纏繞起來是個好辦法。

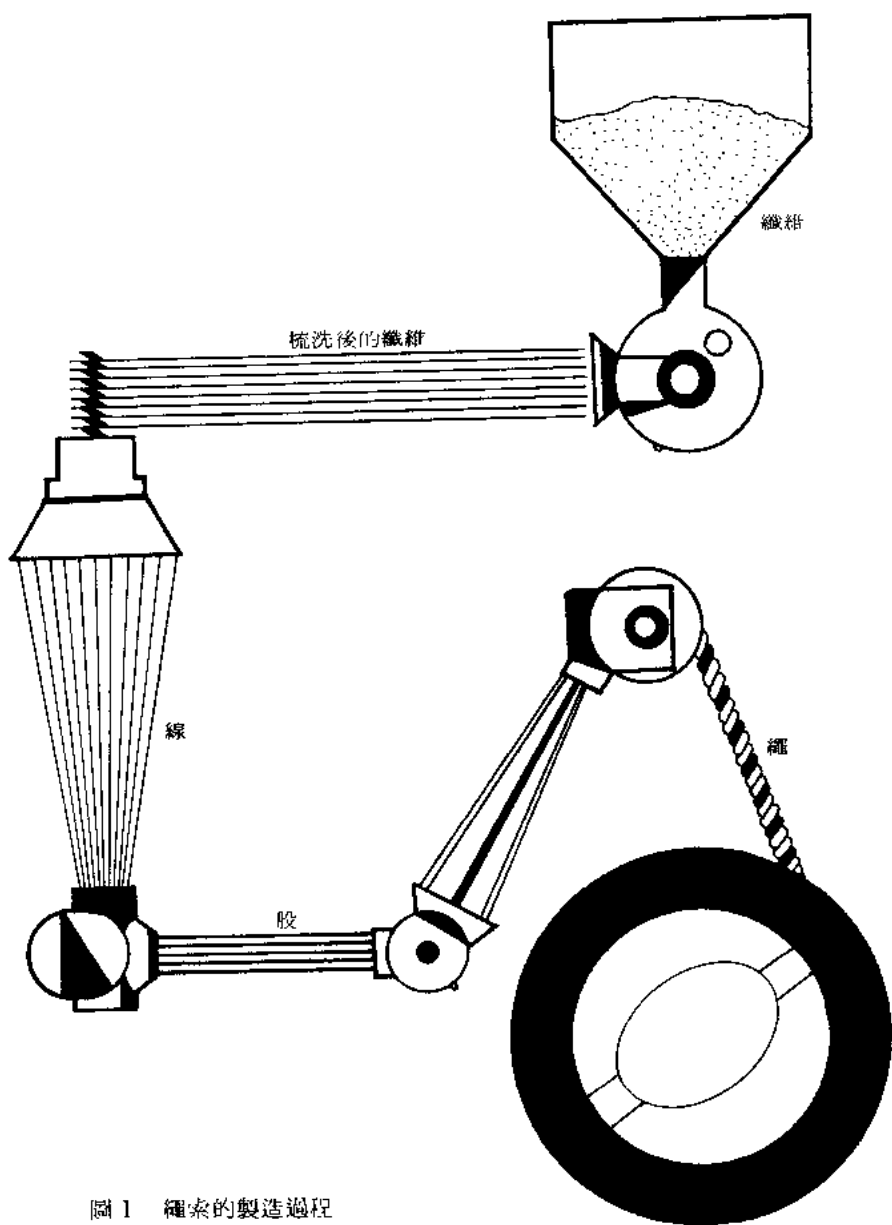


圖 1 繩索的製造過程

繩索的製造過程看來非常容易，但技術却相當複雜。理論上，先是利用纖維繞成線(Yarn)，然後把數條線反繞成股(Strand)，再由數股反繞成一條完整的繩(Rope)（見圖1）。目前繩索製造的每一步驟纏繞轉矩，都經過精巧地計算出來的，目的在於使它們互相抵消，減低繩索折斷或鬆散的趨向。

數千年來，人類使用繩索的歷史中，製成繩索的原料計有動物毛、樹根、樹皮、樹葉、獸皮、棉、黃麻、大麻和龍舌蘭麻……等。時至今日，很多仍在應用當中。可是，自人造纖維於本世紀五、六十年代面世後，繩索製造即得到迅速發展，從較早期的尼龍(Nylon)，發展至聚脂(Polyester)，現在是聚丙烯(Polypropylene)和聚乙烯(Polyethylene)的天下。在製造過程中，它們都不用加工便可以立即纏繞。與人造纖維發展之前的呂宋麻(Manilla)不同，須在完成的繩索上加上防潮的液體。濕透了的尼龍或聚脂都能馬上收藏，用不着害怕被水浸蝕而減弱其張力(Tensile strength)，更不怕霜雪和其他惡劣天氣的影響。如不是用刀斬割，擦熱或以其他機械方法來損害它，人造繩索便有如鐵一般堅硬。不易顯示出腐壞的跡象。更奇妙的是，在受擦的部位會形成一保護層。

然而人造纖維保留着天然纖維的特有優點：能作叉繩(Splicing)和繩頭結(Whipping)。人造纖維辮繩(Braided rope)也能作叉繩。可輕巧地捲作一繩，把持結索和可作任何形狀的細繩。另一方面，用天然纖維製成的繩索仍有它可取之處。它們可用來綑綁動物的飼料。因為如改用人造纖維的繩索，動物吃後就不能消化，天然纖維的繩索作為短暫的用途，也是很合乎經濟原則的。近年才面世的人造纖維聚烯烴(Polyolefins)，外表與聚丙烯(Polypropylene)相似，有了一切人造繩索的特點，現時只有較幼小的可在市場上買到。無可否認，在重工業上，人造纖維已取代了所有的天然纖維。

繩索的質料

呂宋麻(Manilla)

呂宋麻常被稱為白棕繩(又叫馬尼拉麻)，其纖維並非由麻類植物所取出，故可以說與麻毫無關係。事實上，其纖維是從一種類似香蕉樹的植物——ABACA中所抽取出來的。ABACA 葉身很長，所抽出的纖維是咖啡色，長約 3~10呎不等。大概有95%的原料出自菲律賓，因而得名。在天然纖維繩類中，它是最上等的纖維，負荷力也比較高，故曾雄霸了繩索世界有數世紀之久。但以現在的眼光看來，它已不能適應現在社會的更高要求，它容易腐爛，不能抵受潮濕或高溫的環境，每次用完必須待乾後才能收藏，且較容易折斷和損毀。又因纖維久用後逐漸斷開，故壽命較短，但卻會比新時柔軟。濕水後會自動收縮 5 % 左右。大部分的化學品如皂油，以及鐵銹等也能嚴重的損害它。如遇濕水後結冰，全繩便會毀壞不堪，不能再用。

儘管如此，白棕繩仍有它的優點，因為它的彈力弱，故可吸取能量。在張力下不會伸長。相對來說，它的纖維較為一致，而本身擁有一層保護的油面，加上在製造過程中再加上一些油脂，使其更加柔軟和潤滑，又能重複的運用，故使用價值頗高（現時新出品的人造纖維繩 POLYPROPYLENE 的價格已比白棕繩便宜）。總括來說，白棕繩在天然纖維繩類中，還是有不少長處的，且仍然有一定的用場。

白棕繩可分為上、中、下三種等級。

上等：又名「帆股繩」(Yacht rope)，其質料柔軟和容易運用，纖維大小較一致。

中等：又名「釘繩」(Bolt rope)，比較耐磨損。

下等：纖維很短，外貌粗大和參差不齊。

白棕繩的負荷力與其他繩的比較，請看表 1。

龍舌蘭麻(Sisal)

龍舌蘭麻，又稱西沙爾麻或劍麻，原產於墨西哥。現以東非的坦桑尼亞和南美的巴西產量最多。

表 1 白棕繩與其他繩的比較

體 積	白棕繩		尼 龍		聚 脂	
直 徑	每一百呎重量	負荷力	每一百呎重量	負荷力	每一百呎重量	負荷力
$\frac{1}{4}$ 吋	2.0	540	1.6	1,800	2.2	1,800
$\frac{5}{16}$ 吋	2.9	900	2.6	2,900	3.5	2,900
$\frac{3}{8}$ 吋	4.1	1,215	3.7	4,000	4.6	3,800
$\frac{7}{16}$ 吋	5.3	1,575	5.0	5,400	6.3	5,200
$\frac{1}{2}$ 吋	7.5	2,385	6.6	7,100	7.9	6,500
$\frac{9}{16}$ 吋	10.4	3,105	8.3	8,900	10.0	8,300
$\frac{5}{8}$ 吋	13.3	3,960	10.5	11,000	12.8	10,400
$\frac{3}{4}$ 吋	16.7	4,860	15.0	15,000	18.0	14,400

龍舌蘭麻粗壯的綠葉，有 4 呎多長，尖端有刺，像一把銳利的寶劍筆直地向四方伸展。葉子收割後經過加工，可取得約 $3\frac{1}{2} \sim 4$ 呎長的纖維，經梳刷可製成一種淡黃色的繩。這種繩的繩身有很多參差的纖維，堅硬而難於運用。纖維本身並沒有天然的保護油，故吸水非常之快，一旦被水濕透，繩身變得很滑和軟。它比白棕繩略為輕身，彈性較弱，負荷力約為白棕繩的 $\frac{4}{5}$ 。它不大能抵受磨擦或腐蝕，故須良好的保養，而價錢較為便宜。這種麻除作繩纜用途之外，還是麻袋、地氈的好原料，還可製優質紙張。它的副產品可造肥皂、肥料，並可提煉藥品。

大麻(Hemp)

大麻是一種較為耐寒的植物，遍佈世界各地。現時以智利、印度、意大利、蘇聯所出產的品質較為優良。在鋼繩(Wire rope)、白棕繩末面

世之前，它在繩索市場和航海事業上佔有重要的地位。在張力下，它伸長得很少，故宜作帆繩。雄壯的大麻莖經加工浸刮洗淨後，成為細軟的纖維。纖維長 3 ~ 9 呎不等，非常耐用。由於大麻較普遍，故一般咖啡色的繩索也被人誤稱為大麻繩。現在大麻繩已差不多很少被應用。未經加工的大麻繩吸水力很強，故繩身常被人塗上焦油，使其對潮濕天氣有抵抗力。但另一方面，這樣做却減弱了它的負荷力和柔軟性。

棉(Cotton)

自人造繩索面世，棉繩已差不多被淘汰。只是在較小型的工業上才可以見到它的踪跡。在美國，棉已不再作為製繩的原料，而成為紡織的主要原料。事實上，棉繩在歷史上也未曾被人們普遍採用過。它吸水力很強，本身缺乏一種保護油質，所以很容易腐爛。通常在腐爛過程中是由內至外，故此，很多時它外表仍很良好，但內部却已腐爛。其實，這些特性是天然纖維所具有的，只是在某種程度而言，沒有棉那麼突出而已。它很容易鬆散，不能抵受任何的摩擦，負荷力也非常弱。但它潔白的繩身最宜作裝飾結索用，或將之漂染成其他鮮艷的顏色。乾燥時，其質料變為柔軟而易於運用。倘若繩身吸水後，則會發硬，負荷力減弱和難於應用。

亞麻繩(Linen 或 Flax)

亞麻繩是上乘的質料，比白棕繩更優良。由於用亞麻製造出來的繩的價值較昂貴，故不被大眾所採用。它很柔軟和堅韌，耐用且貼服，又是天然纖維中最佳的繩索。目前以美國製造的較好，其他地方出產的亞麻繩經濕水後會發硬。一條亞麻辮繩(Braided linen)可以抵受縮水和伸張的影響。

椰殼繩(Coir)

椰殼纖維(Coir)，在市面上是較少機會碰到的。這種纖維是從椰子殼上的包衣中抽取出來的，非常粗糙和短小，為淡棗紅色，能浮於水面，故曾被用作拖纜(Hawser)。現時市面上已極少有售。

尼龍(Nylon)

尼龍是早期試製成功的一種人造纖維，現已雄霸了全球的繩索市

場。在大量生產和各製造廠競爭之下，它的價錢比較便宜。尼龍的質料較硬，可以如鐵般抵受摩擦和刀斬。天然的細毛保護了繩的本身，在摩擦過程中，繩身外面斷了的纖維可作進一步保護繩身內部的損傷。它彈性好，一條完好的尼龍纖維可伸長35%。比其他質料更適宜應付突然而來的拉動力，所以常被人作為錨繩之用。尼龍纖維本身能吸入水氣。濕透的尼龍，其負荷力會減弱10~15%不等，但仍能保持其柔軟性，不會發硬致難於運用。要注意的是，必須提防低價的尼龍，因劣質尼龍也常在市面上發售。

尼龍確是一種良好的質料。但在嚴重的摩擦或高溫影響下，約在華氏300度便開始減弱，其熔點在482度。尼龍繩身非常柔軟，能輕而易舉地做成任何形狀，且不受任何惡劣天氣的影響。斷了的繩頭可繫以繩頭結，再用火來熔合，便可重新使用。尼龍較能抵受化學藥物的侵蝕，甚至對有機物體的溶液和鹼性液體也有抵受的能力。美國的Du Pont 繩索製造公司曾以七十種常用的化學物品進行試驗，發覺只有硫酸(H_2SO_4)、蟻酸($H \cdot CO_2H$)、水楊酸($C_6H_4(OH)CO_2H$)、雙氧水(H_2O_2)、氯化鈉(Sodium chlorite, Sodium hypochlorite)等才能嚴重的侵蝕它。鹼性溶液對它則影響不大。

一條 $\frac{1}{4}$ 吋直徑的尼龍繩，負荷力約1,650~2,000磅，為白棕繩之三倍，是目前最強的原料。比重為1.14，故能沉於水中，它的壽命比白棕繩長了三至五倍。

聚脂(Polyester, Dacron)

聚脂常被稱為DACRON，這是廠家註冊專利的名稱。現時專利權雖已屆滿，但DACRON的稱號仍是普遍的被人採納，且更甚於原有的名稱。但這對纖維的本身是毫無影響的。用聚脂製成的繩索，擁有尼龍的一切好處，加上它本身的特點，如在張力下，不會伸長很多，故最適合作帆繩(Halyards sheets)等用途。

聚脂能不受潮濕、霜雪的影響，又能抵受摩擦及刀斬，且能帶濕的收藏。它抵抗紫外光的程度比尼龍更佳，但售價要比尼龍貴。它的繩頭也可以如尼龍一樣以高溫封口。一條 $\frac{1}{4}$ 吋的聚脂繩，能負荷1,650磅的

力，比白棕繩的負荷力高出二倍有多。實驗證明，聚脂繩對化學物品的抵抗力也很強，它只在氫（Amomia）和苛性鈉（Sodium hydroxide）中嚴重的失去力量。聚脂繩的質料軟滑，因此，多用以結成繩之外層，用它包含着其他質料的內層，如尼龍、聚丙烯甚至較為柔軟的鋼繩。這獨有的特點，助長它在帆船上的普遍應用。因為在帆船比賽過程中，必須敏捷地把帆繩收放才能盡量的利用風勢。聚脂和尼龍同樣的給航運界帶來很大的方便，因船員們可以省回很多花在保養和修理繩索的時間。

聚乙烯（Polyethylene, Olefins）

唯一可辨別聚乙烯（Polyethylene）和聚丙烯（Polypropylene）的方法是依靠聚丙烯表面上的光澤。但此方法只適用於當兩繩子是全未經應用過的。如日子久了，必須用化學方法才能把它們分別出來。以聚乙烯的價格和力量相比，算起來是很便宜的，故能受到一般船舶的採用。它的特點是輕，在低溫中能保持其柔軟性和力量。其他特性則與下面所述的聚丙烯相似。

聚丙烯（Polypropylene）

聚丙烯是六十年代的產品，繼聚脂和尼龍之後，是現有商用繩索最輕的一款。它原色透明，可在製造過程中加上鮮明的顏色，為繩索帶來了光彩。聚丙烯雖然面世不久，但基於其能浮的特性，已成為一致採用的滑水繩索。另一方面，它也擁有尼龍和聚脂所具有的一般優點，如能抵受摩擦、耐用、柔軟和光滑等。以價格和力量相比較，聚丙烯是最便宜的，頗受專業人士的歡迎。

繩索的構造

繩層（Lay）

股繩的纏繞，鬆緊隨人，其結果則稱為層（Lay）。如屬硬層（Hard lay）的繩，它們是生硬結實的。相反地，一條軟層（Soft lay）的繩是可以壓扁的，能順服於手及密度較低。今日工業用的繩索，大致可分為六

種不同的層，英文分別為：軟(Soft)、標準(Standard)、堅實(Firm)、硬(Hard)、特硬(Extra hard)和超硬(Super hard)。

繩層的軟硬是由幾個因素所形成。繩層愈硬，繩就更能抵受磨擦的損傷，並顯得更為堅實，難以折斷或拆開。但是，這些優點，也被減弱的負荷力所抵消。一條軟層的繩比一條硬層的繩強15%，減少的纏繞使纖維更像它天然的狀態。但其缺點是容易鬆散，如被反拊，股繩會互相打結，軟層的繩結能收得很緊，有時甚至不能鬆解。它很難作叉繩，因當繩斷開時，股繩便自行互相分開。相反地，一條過分硬的繩也難作叉繩，因在繩身鑽一孔並非易事。

事實上，市面所售的多是標準(Standard)層的繩，很少機會能碰到其他種層的繩。

辮繩(Braided rope)

近年廠商製造的繩索都是由不同的編織和纏繞方法做出來的，最普遍的可算是圓辮繩(Braided rope)。當然，圓辮繩也有其特點，如以同樣大小的繩作比較，辮繩比傳統的旋絞繩強，因為圓辮繩是極之容易運用和柔軟貼服於手。但它的缺點是所增加的纖維數量與力量不能成正比。此外，如要作叉繩，必須經過八個基本步驟才能完成。但熟練後則比傳統的三股叉繩較容易和省時。

混合繩索(Blended rope)

不同的質料，有其不同的特點，故繩索製造商曾嘗試採用不同的編織和構造方法，務使能集各質料的優點於一繩。比方說，尼龍最為有力，但却不如聚脂般軟滑於手，故製造商利用聚脂作外層，內中包裹着另一條尼龍繩。這樣由兩種或多種質料所做成的繩，稱為混合繩索。

另一方面，因知道沒有纏繞的纖維負荷力最強，故製造商又嘗試把沒有纏繞的纖維塞進外層，此種最新的構造方法稱為無紋平行構造法(No-lay parallel-fiber construction)。

繩索的特徵

體積(Size)

繩索的粗幼可隨意而成，由最幼細的纖維到21吋圓周的拖纜也有。這種拖纜是用來繫綁超級油船的，負荷力達1,000,000磅。但通常所見的繩索直徑有 $\frac{3}{16}$ 吋、 $\frac{1}{4}$ 吋、 $\frac{5}{16}$ 吋、 $\frac{3}{8}$ 吋、 $\frac{7}{16}$ 吋、 $\frac{1}{2}$ 吋、 $\frac{5}{8}$ 吋、 $\frac{3}{4}$ 吋和 $\frac{7}{8}$ 吋。現時在歐洲或英國等地則漸改用公制來量度直徑，以英制來表示圓周。較為粗大的繩索則要到製造廠購買或定做。

顏色(Colour)

以往的繩索，顏色多是天然色澤，白棕繩是咖啡色，龍舌蘭麻繩是淡黃色，棉繩是白色。其中棉繩最常被用作裝飾品。現在所有的繩也可以漂染成任何顏色。最先面世的彩色繩索是聚丙烯，帶有鮮艷的色澤，除了可作裝飾之用外，更重要的還可作標記。如在帆船上，錯縱交雜的帆繩很易使人混亂，但如換上不同顏色的繩便可一目了然。尤其是在比賽或危難中，帆的控制是一個重要的因素。鬆解了「黃繩」，可比鬆解了左舷的「縱帆繩」方便明朗得多。另一方面，有顏色的繩也可幫助判別繩的粗幼，如一條 $\frac{3}{8}$ 吋和 $\frac{5}{16}$ 吋的繩是很難用肉眼看出來的，尤其當繩口散開了，倍加困難。但如改用了兩種不同顏色的繩，那麼可在剎那間判別出來。有顏色的繩對於晚間需用多種繩的人也有很大的幫助。同時，有顏色的繩也可減低繩索被紫外光線的損害。漂染上黑色的繩，其抵抗紫外光能力高於自然色澤的。

現時最流行的聚丙烯彩繩，擁有各種各樣不同的鮮艷顏色。另一方面，又因聚脂的伸縮性少，常作帆繩，故製造廠也在一些聚脂繩上加上色素。通常只在一股繩中染上顏色，其餘的股繩保持原有色澤。這樣做既省時省錢，又不失其功用。

伸縮性(Elongation)

當一條繩子負力時，會加長長度，如負力消失後，它亦會回復原有的長度。如負力散失，繩會很自然地收縮一部分，其餘部分則須較長的

時間才能完全恢復原有的長度。這種自然收縮的長度，稱為繩之彈性。

實驗證明，一條新的未經負力的繩子，在最初的幾次負力時，因纖維的收緊會留下一點額外的長度。這額外的長度稱為永久伸長 (Permanent elongation)。它只限於新繩，是永遠留下來的，不會縮回原有長度。過了一個時期，繩便可顯示出前面所述說的原來狀態。如負力沒有超出負荷力，那麼這種情形可一直繼續下去。表 2 所示的是各繩之永久伸長。

表 2 新繩的永久伸長

繩 質	在70%負荷力的新繩之永久伸長百分比
乾白棕繩 (Manilla)	5 %
濕白棕繩 (Manilla)	2 %
龍舌蘭麻 (Sisal)	5 %
尼 龍 (Nylon)	7 %
聚 脂 (Polyester)	6 %
聚乙烯 (Polyethylene)	6 %
聚丙烯 (Polypropylene)	6 %

但仍有很多人疏忽了繩的彈性，這是一個多方面重要的因素。一條新的尼龍繩在未折斷前，可伸長45%，而繩所能吸收的能量，全依賴其所伸張的長度。故繩折斷時所產生的反彈力可使人致命。在另一方面，白棕繩仍能被人所採用，最主要原因是它缺乏彈力。這樣的繩稱為死繩 (Dead rope)

美國的Wall rope 繩索廠曾作過一次實驗，把一條七吋圓周的聚丙烯繩用力拉斷。當張力 (Tensile strength) 剛過6,500磅時，繩身開始發出尖銳的吱吱聲音，至7,000磅時…… 砰然一聲，有一團烟在斷口處隨同爆炸出來。事實上，任何物體如能貯2,000磅能量，警號燈已是亮着了。

可是，在某些情形下，這種彈性是有利的。當船舶泊碼頭或拋錨時，纜繩須負起波浪撞擊所產生的力量。那時正需要的就是一種彈性，

以緩和波濤的撞擊。各繩在70%負荷力伸長時之百分比在表 3 上顯示出來。

表 3 繩之伸長

繩 質	在70%負荷力的伸長百分比
乾白棕繩 (Manilla)	12%
濕白棕繩 (Manilla)	14%
龍舌蘭麻 (Sisal)	13%
尼 龍 (Nylon)	35%
聚 脂 (Polyester)	20%
聚乙烯 (Polyethylene)	22%
聚丙烯 (Polypropylene)	24%

繩索的損毀

在繩上繫上結索，會減弱繩的負荷力。其主要原因由於在結索內，纖維互相磨擦和不平行的張力所引致。在結索纏繞彎曲的地方，外層纖維負力較大而容易折斷。觀察所得的結果，繩最弱的部位往往是在結的邊沿，這可能與結的堅硬性有關。圖 2 所示正是一條繩的斷裂過程。每一條繩如繫以任何的結索都會減弱其負荷力。如以繫結索後的負荷力與



圖 2 繩之斷裂過程